



⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 101 12 883 A 1

⑩ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 24 B 13/00**  
B 24 B 9/14

⑪ Aktenzeichen: 101 12 883.5  
⑪ Anmeldetag: 15. 3. 2001  
⑪ Offenlegungstag: 19. 9. 2002

DE 101 12 883 A 1

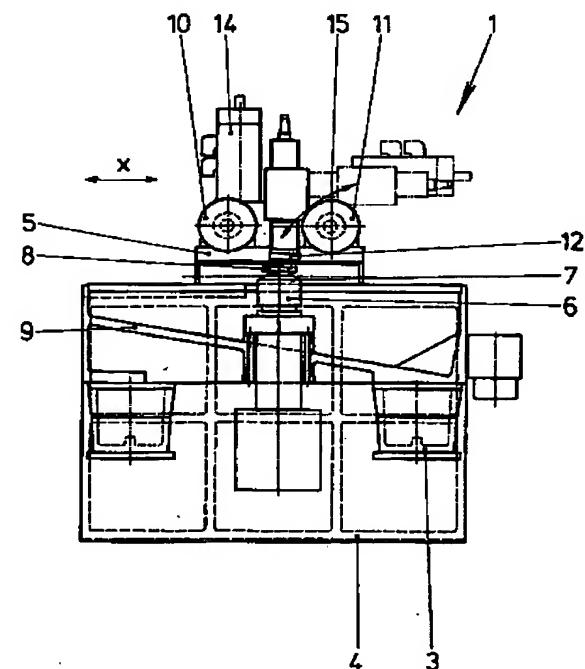
⑪ Anmelder:  
Schneider GmbH + Co. KG, 35239 Steffenberg, DE  
⑪ Vertreter:  
Schlagwein, U., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 61231 Bad Nauheim

⑪ Erfinder:  
Schneider, Gunter, 35239 Steffenberg, DE; Krämer, Klaus, 35232 Dautphetal, DE  
⑪ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:  
DE 198 09 353 C2  
DE 197 51 750 A1  
DE 196 53 233 A1  
DE 297 23 542 U1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑪ Linsenbearbeitungsmaschine

⑪ Es wird eine Linsenbearbeitungsmaschine beschrieben, bei der auf einem Schlitten (5) drei Werkzeuge angeordnet sind. Dabei handelt es sich um eine Grobschleifscheibe (10) und um eine Feinschleifscheibe (11) zur Bearbeitung der optisch aktiven Fläche einer Linse (8) sowie um eine Randbearbeitungsschleifscheibe (12) zur Bearbeitung des Linsenrandes. Dieses Werkzeug ist verschwenkbar auf dem Schlitten (5) gehalten, so dass es aus dem Arbeitsbereich herausgefahren werden kann, wenn die aktive Oberfläche der Linse (8) von einem der anderen Werkzeuge bearbeitet wird. Diese Anordnung ermöglicht einen kompakten Aufbau des Schlittens (5), wodurch die Präzision der Bearbeitung erhöht ist.



DE 101 12 883 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine eine X- und eine Z-Achse aufweisende Linsenbearbeitungsmaschine mit einer Linsenaufnahme für eine zu bearbeitende Linse, deren Mittelachse in der Z-Achse liegt, und mit wenigstens drei in der X-Achse nebeneinander auf einem Schlitten angeordneten Werkzeugen zum Bearbeiten der Linse, wobei der Schlitten und die Linsenaufnahme in der X- und der Z-Achse gegeneinander versetzt werden können, um eine Bearbeitung der sich um ihre Mittelachse drehende Linse durchzuführen.

[0002] Eine solche Bearbeitungsmaschine ist in der DB 196 53 233 A1 beschrieben. Der Vorteil einer solchen Maschine besteht darin, dass mit mindestens drei Werkzeugen eine Linse aufeinanderfolgend bearbeitet werden kann, ohne dass – wie bei einer Maschine mit einem Wechselwerkzeug – für die verschiedenen aufeinander folgenden Bearbeitungsschritte jeweils das passende Werkzeug eingesetzt werden müsste, wodurch die Bearbeitungsgenauigkeit wegen der Toleranzen in der Werkzeugaufnahme leiden würde. Wenn die Werkzeuge allerdings groß sind, es sich z. B. um Schleifscheiben handelt, stellt sich allerdings auch ein Nachteil ein: Die Werkzeuge müssen sehr entfernt voneinander auf dem Schlitten untergebracht werden, damit ein Werkzeug nicht mit der zu bearbeitenden Linse oder deren Aufnahme kollidiert, wenn ein anderes Werkzeug die Linse gerade bearbeitet. Der Schlitten, der die Werkzeuge aufnimmt, muss daher in der X-Achse sehr ausgedehnt sein.

[0003] Er muss außerdem sehr stabil sein, da er das Gewicht aller Werkzeuge und der sie antriebenden Antriebsmotoren tragen muss, ohne sich zu verziehen, was nämlich ebenfalls die Genauigkeit der Linsenbearbeitung verringern würde. Ungenauigkeiten können aber insbesondere dann nicht hingenommen werden, wenn die Linsenbearbeitungsmaschine zur Freiflächenbearbeitung eingesetzt werden soll, was eine äußerst präzise und gesteuerte Führung der Linse und der Werkzeuge erfordert.

[0004] Die Erfindung beruht daher auf dem Problem, eine Bearbeitungsmaschine zu schaffen, die äußerst präzise arbeitet und daher zum Formen von Freiflächen einsetzbar ist, die darüber hinaus aber wenig Platz einnimmt und insbesondere eine geringe Ausdehnung in der X-Achse aufweist.

[0005] Zur Lösung des Problems wird eine Linsenbearbeitungsmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 derart ausgebildet, dass mindestens ein Werkzeug zumindest in Bezug zur Z-Achse eine feste Arbeitsposition auf dem Schlitten einnimmt und dass mindestens ein anderes Werkzeug zwischen einer Bearbeitungsposition, in der eine Bearbeitung der Linse erfolgt, und einer Ruheposition auf dem Schlitten verstellbar ist, in der sich das Werkzeug außerhalb der Bewegungsbahn der Linse und des Linsenhalters relativ zum Schlitten befindet.

[0006] Dies hat den Vorteil, dass die Werkzeuge sehr eng nebeneinander auf dem Schlitten angeordnet werden können, der damit nur eine kleine Ausdehnung aufzuweisen braucht und damit ohne großen Aufwand stabil ausgeführt werden kann. Da der Schlitten nur eine kleine Ausdehnung aufweist, kann die Ausdehnung der Maschine in der X-Achse ebenfalls klein gehalten werden. Die stabile Kompatibilität des Schlittens lässt es auch zu, dass das zusätzliche Gewicht einer Einrichtung, mit der eines der Werkzeuge zwischen seiner Bearbeitungsposition und Ruheposition auf dem Schlitten verstellbar ist, ohne Probleme aufgenommen werden kann.

[0007] Die Linsenbearbeitungsmaschine wird nun so betrieben, dass das verstellbare Werkzeug in die Ruheposition gebracht wird, so lange ein anderes Werkzeug die Linse be-

arbeitet. Kollisionen des verstellbaren Werkzeuges mit der Linse oder dem Linsenhalter sind nicht zu befürchten.

[0008] Die Linsenbearbeitungsmaschine soll eine möglichst kleine Aufstellungsfläche einnehmen. Die Ruheposition befindet sich daher vorzugsweise in der Z-Achse oberhalb der Arbeitsposition. Der für die Ruheposition bereitzustellende Platz befindet sich somit oberhalb der Bewegungsbahn der Linse und der Linsenaufnahme.

[0009] Es hat sich gezeigt, dass es ausreicht, nur ein Werkzeug verstellbar zu montieren, wobei dieses Werkzeug zwischen zwei festen, d. h. nicht verstellbaren Werkzeugen angeordnet ist. Diese zuletzt genannten haben dadurch einen relativ großen Abstand zueinander, so dass bei der Bearbeitung der Linse durch das eine Werkzeug das andere auf keinen Fall mit der Linse oder Linsenaufnahme kollidieren kann. Der durch den Abstand gebildete Freiraum ermöglicht außerdem einen leichten Zugang zu den Werkzeugen, so dass Montage-, Einstell- und Reparaturarbeiten einfach durchgeführt werden können.

[0010] Vorzugsweise liegt die Arbeitsposition des verstellbaren Werkzeugs bezogen auf die Z-Achse unterhalb der fest montierten Werkzeuge, so dass bei der Bearbeitung der Linse durch das verstellbare Werkzeug sich die nicht verstellbaren Werkzeuge oberhalb der Linse befinden. Dazu ist es ggf. notwendig, dass der Linsenhalter angehoben werden muss, damit eine Bearbeitung der Linse durch die nicht verstellbaren Werkzeuge erfolgen kann.

[0011] Um das verstellbare Werkzeug von der Arbeits- in die Ruheposition bringen zu können, wird die dazu notwendige Verstelleinrichtung so ausgebildet, dass die Bewegung linear in der Z-Achse erfolgt. Dies hat den Vorteil, dass sich die Gewichtsverteilung auf dem Schlitten nicht ändert.

[0012] Insbesondere in den Fällen, in dem das verstellbare Werkzeug und dessen Antriebsmotor eine längliche Einheit bilden, kann die Verstelleinrichtung eine zusätzliche Schwenkbewegung vorsehen, so dass das Werkzeug in seiner Ruheposition quer über dem Schlitten liegt. Damit braucht der Raum, der für die Ruheposition zur Verfügung gestellt werden muss, sich nicht zu weit nach oben auszudehnen.

[0013] Die Probleme der oben genannten Art ergeben sich insbesondere bei einer Linsenbearbeitungsmaschine mit zwei senkrecht in der X-Achse ausgedehnten Schleifscheiben zur Grob- und Feinbearbeitung der optisch aktiven Fläche der Linse und einer senkrecht dazu ausgedehnten Randschleifscheibe zur Bearbeitung der Linsenrandes. Für eine solche Linsenbearbeitungsmaschine ist es günstig, die Schleifscheiben zur Bearbeitung der optisch aktiven Fläche der Linse als nicht verstellbare Werkzeuge auf dem Schlitten anzurordnen und die Randschleifscheibe zur Bearbeitung der Linsenrandes verstellbar auszubilden. Dies hat den Vorteil, dass die Drehachse der Werkzeuge, bei denen es auf eine hohe Bearbeitungspräzision ankommt, in einer definierten Lage fest angeordnet sind, während die fehlertolerante Bearbeitung des Linsenrandes mit einem verstellbaren Werkzeug vorgenommen wird, wobei nicht auszuschließen ist, dass sich durch eine Verstellung kleine, aber noch tolerierbare Ungenauigkeiten ergeben.

[0014] Zwar kommt es für die relative Verschiebung von Schlitten und Linsenhalter in der X-Achse nicht darauf an, ob sich der Linsenhalter oder der Schlitten relativ zur Maschine bewegt. Es lässt sich aber einfacher ein Schlitten realisieren, der auf einem Tisch der Linsenbearbeitungsmaschine in X-Achse verfahrbar ist.

[0015] Dies hat darüber hinaus den Vorteil, dass der Schlitten in einfacher Weise von einem auf dem Tisch unterhalb des Schlittens angeordneten Lineartriebmotoren angetrieben werden kann. Damit ergibt sich eine direkte Anbindung des

Schlittens an den Antrieb, so dass die Bewegungen des Schlittens hochgenau ausgeführt werden können. Das große Beschleunigungspotential von Linearmotoren ermöglicht schnelle Lageänderungen, so dass trotz des hohen Gewichtes des Schlittens dieser lagegenau und schnell verstellt werden kann.

[0016] Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels – dargestellt in zwei Figuren – näher erläutert. Dazu zeigen

[0017] Fig. 1 eine Frontansicht einer Linsenbearbeitungsmaschine und

[0018] Fig. 2 eine Seitenansicht derselben Maschine.

[0019] Eine Linsenbearbeitungsmaschine 1 ist wie folgt aufgebaut. Auf einem stabilen Grundgerüst 2 ist über elastische Dämpfer 3 ein Tisch 4 gelagert. Dieser Tisch 4 besteht aus mehreren, einstückig zusammengesetzten Hohlquadern, in denen weitere Teillaggregat, die zum Betrieb der Linsenbearbeitungsmaschine 1 notwendig sind, untergebracht sind. Auf dem Tisch 4 ist ein Schlitten 5 in einer horizontal verlaufenden X-Achse verfahrbar angeordnet. Vor dem Tisch 4 befindet sich ein in einer vertikal verlaufenden Z-Achse mittels eines Linearmotors verfahrbarer Linsenhalter 6, der gesteuert um seine Längsachse drehbar ist. Diese Drehachse wird daher auch als C-Achse bezeichnet. An der Oberseite des Linsenhalters 6 befindet sich eine Linsenaufnahme 7 zur Aufnahme einer zu bearbeitenden Linse 8, wobei deren Mittelachse in der C- bzw. Z-Achse liegt. Die Mittelachse verläuft in etwa durch das Zentrum der Linse und steht im Wesentlichen senkrecht zur optisch aktiven Fläche der Linse 8. Der Linsenhalter 6 ist gedichtet durch eine Wanne 9, die einstückig an den Tisch 4 angeformt hindurchführt.

[0020] Auf dem Tisch 4 sind mehrere Werkzeuge angeordnet, mit denen sowohl die optisch aktive Oberfläche der Linse 8 als auch deren Rand bearbeitet werden kann. Hierbei handelt es sich um eine Grobschleifscheibe 10, eine Feinschleifscheibe 11 sowie eine Randbearbeitungsschleifscheibe 12. Die beiden erstgenannten Schleifscheiben 10, 11 liegen in einer von der X- und der Z-Achse aufgespannten Ebene, so dass sich ihre Spindelachsen senkrecht dazu erstrecken. Die Randbearbeitungsscheibe 12 liegt in einer Ebene senkrecht zur Z-Achse, wenn sie ihre in der Darstellung gezeigte Arbeitsposition einnimmt. Alle drei Schleifscheiben 10, 11, 12 verfügen über einen gesonderten Antrieb.

[0021] Zur Grobbearbeitung wird der Schlitten 5 so weit in der X-Achse verfahren, dass sich die Grobschleifscheibe 10 oberhalb der Linse 8 befindet. Zur Bearbeitung der optisch aktiven Fläche der Linse 8 wird der Schlitten 5 gesteuert in der X-Achse verfahren und der Linsenhalter 6 gesteuert um die C-Achse gedreht sowie ebenfalls gesteuert in der Z-Achse auf und ab gefahren. Auf diese Weise kann jeder Punkt auf der Linsenoberfläche definiert erreicht werden, so dass dieser eine freie, zuvor definierte Form annehmen kann.

[0022] Die Steuerung der oben erwähnten Achsen erfolgt mittels eines Lageregelkreises. In Kenntnis der jeweiligen Raum- bzw. Winkelposition lässt sich das jeweils aktive Werkzeug exakt über die zu bearbeitende Fläche fahren, die damit jede vorprogrammierte Kontur einnehmen kann.

[0023] Zur Durchführung der Feinbearbeitung wird der Schlitten 5 so verfahren, dass sich die Feinschleifscheibe 11 oberhalb der Linse 8 befindet. Auch hier kann nun durch Steuerung der X-, der Z- und der C-Achse die frei geformte Linsenoberfläche nachgearbeitet werden.

[0024] Die Grobschleifscheibe 10 und die Feinschleifscheibe 11 befinden sich von vorn gesehen an den äußeren Seiten des Schlittens 5, wobei ihre Drehlagerung auf den

Schlitten 5 nicht verstellbar ist. In einem Freiraum zwischen der Grob- und der Feinschleifscheibe 10, 11 befindet sich die Randbearbeitungsschleifscheibe 12 mit einem Antrieb 14. Die Randbearbeitungsschleifscheibe 12 ist in der gezeigten Arbeitsposition um eine parallel zur Z-Achse liegende Achse drehbar gelagert, deren Lagerung in der Z-Achse verfahrbar ist.

[0025] Zur Bearbeitung der Linse 8 wird die Randbearbeitungsschleifscheibe 12 seitlich neben die Linse 8 gebracht, so dass ihr Rand der Rand der Linse 8 bearbeiten kann. Dies wird dadurch erreicht, dass der Linsenhalter 6 und die Randbearbeitungsschleifscheibe 12 in der Z-Achse auf gleiche Höhe gebracht werden und der Schlitten 5 in der X-Achse verstellt wird. Auch bei der Randbearbeitung wird die Linse 8 gesteuert um die C-Achse gedreht und der X-Schlitten entsprechend der gewünschten Außenkontur der Linse 8 hin und her gefahren. Wenn notwendig erfolgt eine Steuerung in der Z-Achse, indem der Linsenhalter 6 und/oder die Randbearbeitungsschleifscheibe 12 vertikal verfahren werden.

[0026] Wie man erkennt, sind die drei Werkzeuge relativ eng nebeneinander auf dem Schlitten 5 aufgebaut, so dass sich, wenn die Randbearbeitungsschleifscheibe 12 in der dargestellten Arbeitsposition bleiben würde, Kollisionen mit dem Linsenhalter 6 ergeben würden, während die Grobschleifscheibe 10 oder die Feinschleifscheibe 11 die Linse 8 bearbeiten. Es ist daher eine im Detail nicht näher dargestellte Einrichtung vorgesehen, mit der die Randbearbeitungsschleifscheibe 12 zusammen mit ihrem Antrieb 14 auf eine durch den Pfeil 15 dargestellte Bahn seitlich verschwenkt werden kann, so dass die gestrichelt angedeutete Ruheposition eingenommen wird.

[0027] Die dargestellte Art der Verlagerung ist eine Möglichkeit; denkbar wäre auch ein reines Anheben in der Z-Achse oder ein Verschwenken nach hinten. Entscheidend ist, dass die Randbearbeitungsschleifscheibe 12 aus dem Freiraum zwischen der Grob- und der Feinbearbeitungsschleifscheibe 10, 11 herausgefahren wird.

[0028] Da alle drei notwendigen Werkzeuge während eines Bearbeitungsvorganges präsent sind, kann die Bearbeitung einer Linse 8 sehr schnell und sehr genau durchgeführt werden, da jedes Werkzeug eine definierte Position in Bezug auf den Schlitten 5 einnimmt, so dass die sich durch einen Wechsel vom Werkzeug ergebende Ungenauigkeit eliminiert ist. Dazu muss aber der Schlitten 5 hochpräzise geführt werden. Er befindet sich dazu auf zwei oder mehreren sich selbst zentrierenden Schienen 16, die selbst äußerst geringe Toleranzen aufweisen, wobei die Gesamt Toleranz durch die gegenseitige Verspannung noch weiter verringert wird. Der Antrieb erfolgt mittels eines Primärteils 21 und ein Sekundärteil 22 aufweisenden Linearmotors 20, der zwischen dem Tisch 4 und dem Schlitten 5 angeordnet ist. Dazu befindet sich das Spulen aufweisende Primärteil 21 zur Erzeugung eines elektromagnetischen Wanderfeldes an der Unterseite des Schlittens 5 und das auf das Wanderfeld reagierende, von Magneten gebildete Sekundärteil 22 am Tisch 4.

Bekannterweise lassen sich Linearmotoren durch eine entsprechende Elektronik hochpräzise ansteuern. Diese Präzision geht nicht durch Übertragungsglieder verloren, da sich das Primärteil 21 unmittelbar am Schlitten 5 befindet. Trotz des hohen Gewichtes des Schlittens 5 und der darauf sich befindenden Werkzeuge lässt sich dieser exakt gesteuert verfahren, so dass eine freie Formbearbeitung der optisch aktiven Linsenoberfläche ermöglicht ist.

3 Dämpfer	
4 Tisch	
5 Schlitten	
6 Linsenhalter	
7 Linsenaufnahme	5
8 Linse	
9 Wanne	
10 Grobschleifscheibe	
11 Feinschleifscheibe	
12 Randbearbeitungsschleifscheibe	10
14 Antrieb	
15 Pfeil	
16 Schienen	
20 Linearmotor	
21 Primärteil	15
22 Sekundärteil	

durch gekennzeichnet, dass der Schlitten (5) von einem auf dem Tisch (4) und unterhalb des Schlittens (5) angeordneten Linearmotor (20) in der X-Achse verfahrbar ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

Patentansprüche

1. Eine X- und eine Z-Achse aufweisende Linsenbearbeitungsmaschine mit einer Linsenaufnahme (7) für eine zu bearbeitende Linse (8), deren Mittelachse in der Z-Achse liegt, und mit wenigstens drei in der X-Achse, nebeneinander auf einem Schlitten (5) angeordneten Werkzeugen (10, 11, 12) zum Bearbeiten der Linse (8), wobei der Schlitten (5) und die Linsenaufnahme (7) in der X- und der Z-Achse gegeneinander versetzt werden können, um eine Bearbeitung der sich um ihre Mittelachse drehende Linse (8) durchzuführen, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Werkzeug (10, 11) zum mindest in Bezug zur Z-Achse eine feste Arbeitsposition auf dem Schlitten (5) einnimmt und dass mindestens ein anderes Werkzeug (12) zwischen einer Bearbeitungsposition, in der eine Bearbeitung der Linse erfolgt, und einer Ruheposition auf dem Schlitten (5) verstellbar ist, in der sich das Werkzeug (12) außerhalb der Bewegungsbahn der Linse (8) und des Linsenhalters (6) relativ zum Schlitten (5) befindet. 20
2. Linsenbearbeitungsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ruheposition in der Z-Achse oberhalb der Arbeitsposition liegt. 40
3. Linsenbearbeitungsmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich verstellbare Werkzeug (12) in einem Freiraum zwischen zwei fest angeordneten Werkzeugen (10, 11) befindet. 45
4. Linsenbearbeitungsmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das verstellbare Werkzeug (12) in der Z-Achse verfahrbar ist. 50
5. Linsenbearbeitungsmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das verstellbare Werkzeug (12) in einer von der X- und der Z-Achse gebildeten Ebene verschwenkbar ist. 55
6. Linsenbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die fest angeordneten Werkzeuge Schleifscheiben (10, 11) zur Grob- und Feinbearbeitung der optisch aktiven Fläche der Linse (8) sind, die in einer von der X- und Z-Achse gebildete Ebene liegen und jeweils um eine senkrecht dazu verlaufenden Achse drehbar gelagert sind, und dass das verstellbare Werkzeug eine für die Randbearbeitung vorgesehene Randbearbeitungsschleifscheibe (12) ist, die in der Arbeitsposition um eine parallel zur Z-Achse liegende Achse drehbar ist. 60
7. Linsenbearbeitungsmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlitten (5) auf einem fest in der Linsenbearbeitungsmaschine (1) angeordneten Tisch in X-Achse verfahrbar ist. 65
8. Linsenbearbeitungsmaschine nach Anspruch 7, da-

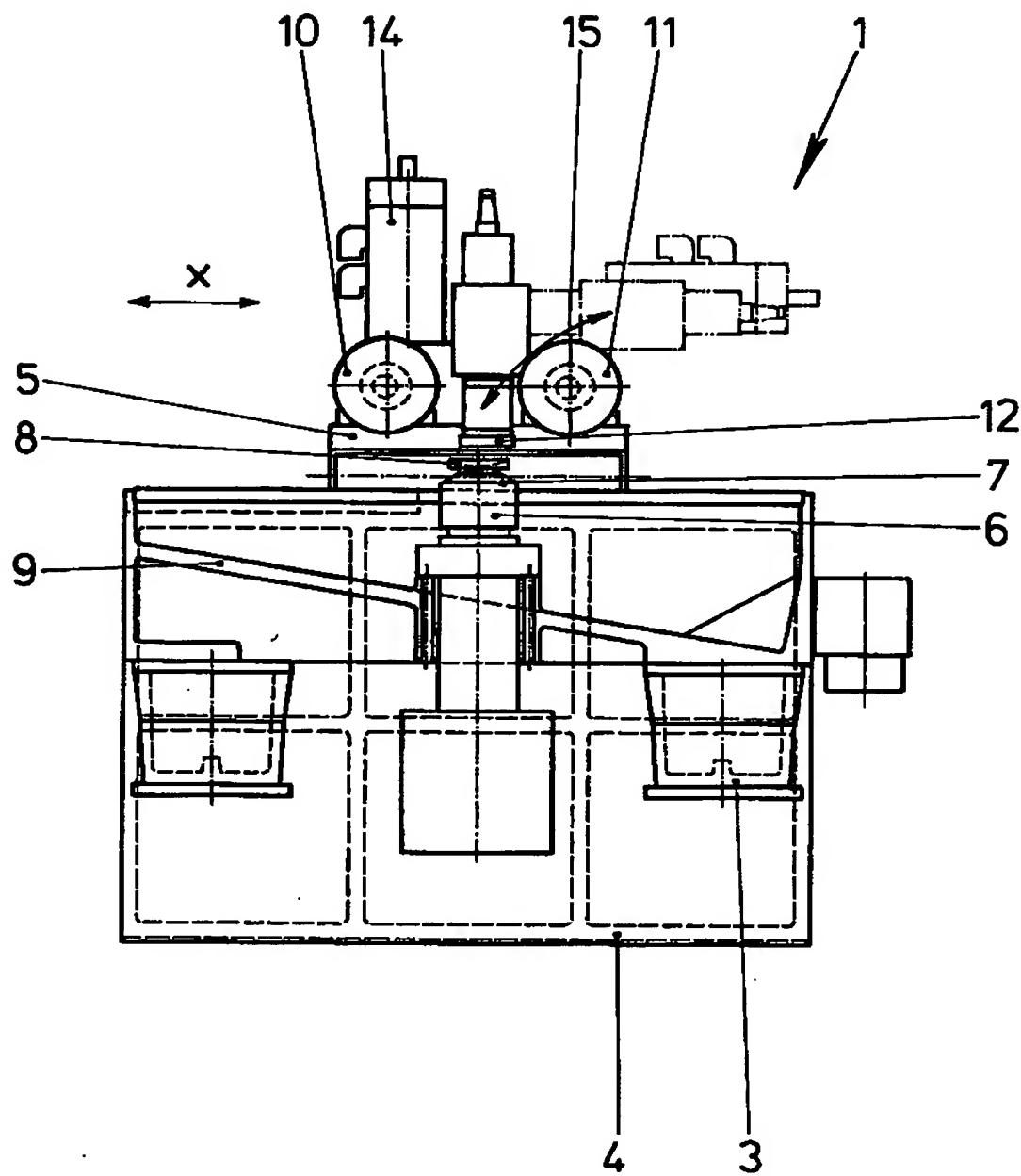


Fig.1

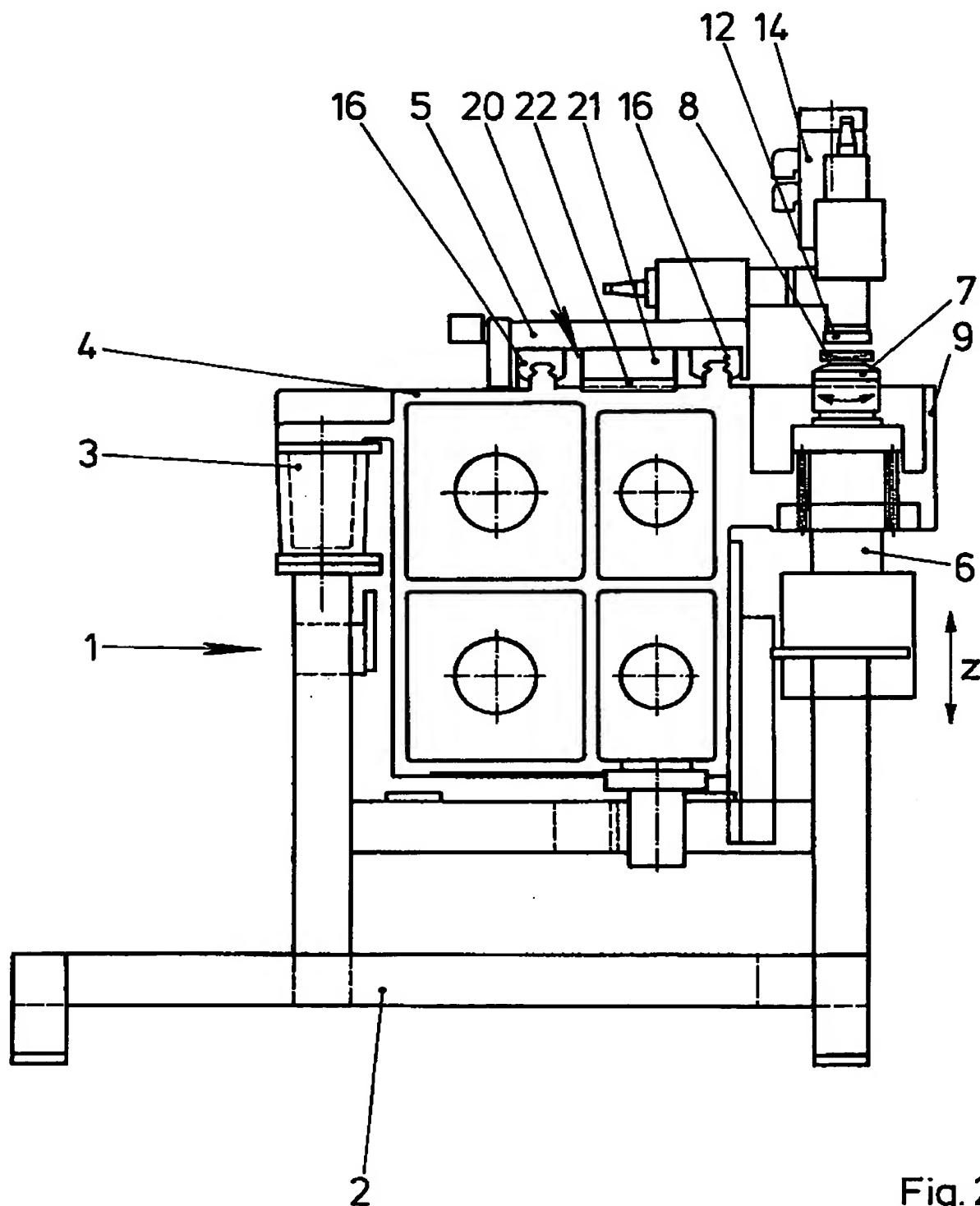


Fig. 2